**Union Belge de Spéléologie**
**Commission Formation**

# Photographie numérique spéléo
Notions de base

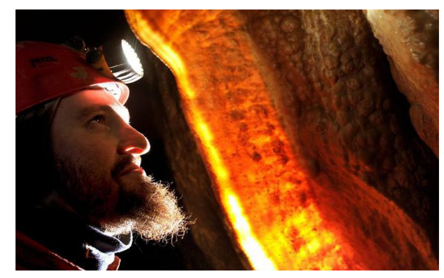


*Gouffre des Essarlottes – Doubs.*

*Vincent Gerber*
*2010*

# Sommaire

# 1. Introduction


Draperie à Rivîre, photo V. Kalut

L'apport de l'image à la spéléologie est important. Bien sûr elle fixe les souvenirs d'exploration, mais elle est aussi le complément direct d'une topographie, elle favorise les descriptions, etc. Elle a aussi un aspect pédagogique : le monde souterrain existe auprès du grand public par ce qu'il peut en voir dans les expos et reportages.

Cela ne donne pas le droit de tout faire pour autant : il est hors de question de casser ou salir des concrétions, de piétiner des zones balisées, sous prétexte d'une photo : « Ne prenez rien sauf des photos, ne tuez rien sauf le temps, ne laissez rien sauf l'ombre de vos pas » (Thompson & Swearingen, 2005).

La responsabilité est importante, tant au niveau matériel qu'humain. Une photo souterraine est souvent la conjugaison des efforts d'un groupe et il faut ménager son équipe. Le photographe se fait maudire lorsque l'aventure « spéléo-photographique » devient « spéléo-frigorifique », mais tout le monde se précipite dès la sortie pour voir les clichés...

Une bonne photo n'est pas toujours synonyme de matériel coûteux ou encombrant, le tout est de savoir définir ses besoins et adapter ses moyens en fonction du but. Il vaut mieux avoir un équipement fiable, et que l'on maîtrise. Le milieu est agressif : la boue, l'humidité, le froid, les risques de chute, les chocs inévitables sur du matériel, n'étant pas prévu pour ces conditions, font que les pannes se succèdent parfois, mettant les nerfs des photographes à vif.

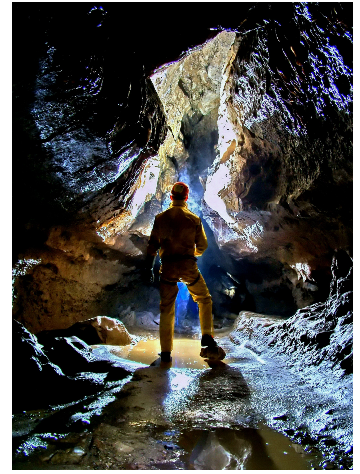
Le noir absolu règne bien évidemment dans les grottes. Ce qui peut apparaître comme un handicap, est en fait un espace de liberté ouvrant la porte à la création en laissant le choix des éclairages. Le prix à payer est que la photo souterraine est grande consommatrice de moyens (qu'il faut protéger) mais également d'énergie (transport du matériel, allers-retours pour flasher ou se positionner, longues poses, etc.).

Mais la photo est aussi le moyen idéal de découvrir ou redécouvrir des cavités que l'on pensait connues. C'est avant tout une gymnastique intellectuelle qui oblige à regarder les choses autrement, à fureter dans tous les coins, à imaginer l'espace éclairé et en 3D, à chercher des angles de vue différents, bref à rechercher la beauté où qu'elle soit, et il ne manque pas de choses merveilleuses sous terre...

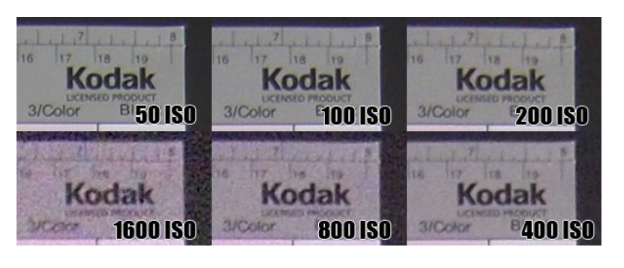
C'est pour moi un pur bonheur évidemment mais ça a aussi véritablement donné un nouveau sens à ma pratique de la spéléo et du canyon : je peux retourner dans les mêmes cavités sans me lasser, mais surtout mon travail a toujours un but, une utilité (diffusion dans le Regards ou l'Info...). Une photo que l'on garde pour soi ne sert à rien ; l'image est un langage au même titre que la parole ou l'écrit.

Le présent syllabus a pour objectif de communiquer quelques bases théoriques et exposer quelques méthodes pour obtenir des résultats corrects en fonction de l'équipement que vous possédez. Je n'ai pas la prétention d'être exhaustif, et n'aborderai pas les détails du matériel professionnel, peu courant pour la majorité des spéléos. Je m'attacherai également uniquement au numérique, domaine que je maîtrise mieux et qui possède plusieurs avantages :

- grande souplesse de réglages, d'utilisation, contrôle immédiat du résultat
- incitation à la créativité : on peut « mitrailler » à souhait en variant le cadrage, les réglages ou les éclairages
- activité conviviale : on peut montrer les vues aussitôt sorti
- permet de retoucher, d'assembler, de recadrer ou de corriger les photos
- facilité et rapidité à recopier, à échanger et à transmettre
- évolution et démocratisation constante du matériel et des optiques
- grandes perspectives d'avenir au niveau des techniques et des traitements


Grotte Sainte-Anne

# 2. NOTIONS TECHNIQUES



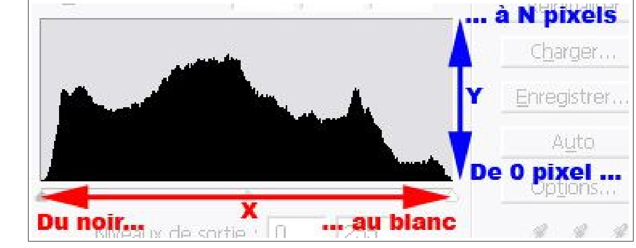

## 2.1. SENSIBILITÉ

La sensibilité d'un film argentique se mesure en **ISO**. Pour respecter les habitudes des photographes, les appareils numériques permettent de simuler cette sensibilité. Plus le nombre d'ISO est important, moins la qualité de l'image est bonne. On dit qu'elle gagne en « bruit », c'est-à-dire en informations erronées (quand le signal électrique du capteur est amplifié, le bruit de fond suit, comme le souffle en audio quand on pousse le volume). Les détails seront flous, les couleurs fades et le grain de votre photo sera très marqué.

En mode automatique, l'appareil a tendance à choisir une valeur très élevée (800 ISO ou plus) car il manque de lumière (il ne tient pas compte des flashes esclaves). Il vaut donc mieux régler la sensibilité manuellement sur une valeur faible, pour garder une qualité optimale (100-200 ISO), d'autant plus que sous terre, on a souvent recours à de longues poses.

## 2.2. EXPOSITION

Le photographe dispose de deux réglages fondamentaux pour faire varier l'exposition : la vitesse d'obturation et l'ouverture du diaphragme. Vérifiez si votre appareil permet de faire varier ces deux paramètres en mode manuel.




Les appareils proposent aussi souvent une correction d'exposition (Indice de Lumination IL, ou EV pour Exposure Value). L'histogramme est aussi très pratique, il offre une visualisation de l'exposition de votre photo. À gauche se trouvent les tons foncés et à droite les tons clairs, mais il faut un peu d'habitude pour l'interpréter. Voir les explications sur : http://www.benoitaudet.com/index.php?lang=fr&section=29

### 2.2.1. Vitesse d'obturation

C'est le paramètre qui détermine la durée pendant laquelle l'obturateur reste ouvert, et donc le temps pendant lequel la lumière atteint le capteur. Les valeurs vont de quelques secondes à quelques millièmes de secondes. Sous terre, il est intéressant de disposer d'un appareil qui permet des poses de 15 ou 30 secondes. Il existe aussi parfois la pose B (l'obturateur reste ouvert tant qu'on appuie sur le déclencheur) ou la pose T (ouverture au premier déclenchement, fermeture au second).



Truc : la vitesse min. pour ne pas avoir de flou de bougé est l'inverse de la focale. (ex. avec un 50mm, il faut être au minimum au 1/50s).

*La vitesse choisie ici est trop lente, ce qui provoque un flou de bougé dans la zone éclairée par la frontale (en plus, la dominante verte des LEDs est assez laide, c'est souvent le cas avec les Scurion p. ex. – Goulandière, Vercors.*

### 2.2.2. Ouverture

L'ouverture du diaphragme indique le diamètre auquel s'ouvrira l'obturateur de l'objectif et donc la quantité de lumière parvenant au capteur. L'ouverture est désigné par le nombre **f/** (f/2.8 – f/5.6 – f/11…) qui désigne le rapport entre la distance focale de l'objectif et le diamètre d'ouverture du diaphragme.

Ex : un objectif 50mm avec un diaphragme de diamètre 12,5mm aura une ouverture max de 50/12,5 = f/4.

Plus le chiffre "f/" est petit, plus l'ouverture est grande. Lorsque l'on passe d'une à l'autre des valeurs successives de cette échelle, on double ou divise par deux la quantité de lumière arrivant sur le capteur. Par ex. lorsqu'on passe de f/5.6 à f/4, le capteur reçoit deux fois plus de lumière. On comprend ici tout l'intérêt d'avoir un objectif lumineux, donc avec une grande ouverture. Elle est indiquée devant l'objectif, p. ex. sur un zoom 1:2.8-5.3 : l'ouverture max est de f/2.8 en grand angle et f/5.3 à fond de focale.

## 2.3. MISE AU POINT

La mise au point est le réglage de la netteté de l'image pour une distance donnée. Quand l'appareil effectue ce réglage automatiquement, on dit qu'il fonctionne en mode autofocus (**AF**). Généralement, l'autofocus est réglé par défaut en multi-zone : il effectue une mise au point moyenne de la composition visée. Mais vous pouvez donner la priorité au centre de l'image : on parle alors alors de mise au point centrée. Vous pouvez également effectuer la mise au point sur un point bien particulier de votre cadrage : il s'agit de la mise au point spot. Pour la photo souterraine, la possibilité de débrayer l'autofocus pour mettre au point manuellement est précieuse (ou pouvoir au moins la forcer sur l'infini).

### 2.3.1. Profondeur de champ

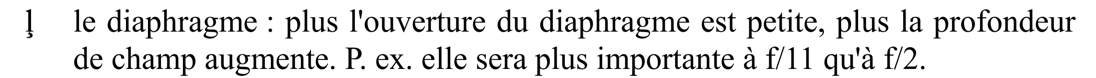


*Goulandière, Vercors.*

La profondeur de champ correspond à la zone où l'image est nette. Elle dépend de l'appareil photo (taille du capteur), de l'ouverture du diaphragme et de la distance entre l'appareil et le sujet. La **PDC** ne passe pas du flou au net directement : il y a une zone de transition. La zone de netteté s'étend généralement de 1/3 devant le sujet sur lequel on a fait la mise au point, et de 2/3 derrière. Réduire la PDC permet de mettre un élément en valeur, le détacher des autres et du fond, comme la fistuleuse ci-contre.



Les deux éléments les plus importants pour contrôler la profondeur de champ sont :



- le diaphragme : plus l'ouverture du diaphragme est petite, plus la profondeur de champ augmente. P. ex. elle sera plus importante à f/11 qu'à f/2.
- la distance focale : plus la focale est élevée, plus la profondeur de champ diminue. Un grand angle de 28 mm a une PDC plus grande qu'un téléobjectif de 300 mm.
- la distance : plus le sujet photographié est proche, plus la profondeur de champ sera faible pour un diaphragme et une focale donnée et inversement.

Les focales élevées donnent l'impression d'une profondeur de champ réduite parce qu'elles modifient la perspective. La profondeur de champ paraît également plus réduite sur les reflex que sur les compacts, parce que les objectifs des reflex ont besoin d'une plus grande focale pour capturer le même champ d'image (différence de taille du capteur).

### 2.3.2. Hyperfocale

L'hyperfocale est définie comme la distance la plus courte à laquelle un sujet sera net lorsque la mise au point est réalisée sur l'infini. Par exemple, avec un objectif de 28 mm, en fermant le diaphragme à f/11 et en faisant la mise au point à l'infini, l'hyperfocale se situe vers 2,5 m. En d'autres termes, tous les sujets situés entre 2,5 m et l'infini seront nets.

Cette technique est bien pratique car même dans le noir complet on est certain d'être net presque partout. Les photos d'action sont facilitées, mais se souvenir qu'à chaque fois qu'on ferme d'un diaph., on doit doubler la quantité de lumière... Pas toujours facile sous terre. Sinon, on peut aussi cacher les zones floues en ne les éclairant pas.




*Dans cet exemple, pour une ouverture choisie égale à f/8, on positionne le symbole infini de la bague des distances en face du repère 8. La profondeur de champ s'étend donc de 1,5 m à l'infini (distance matérialisée entre les deux repères 8). Pour f/22 on aurait eu de 0,6 m à l'infini.*

## 2.4. DISTANCE FOCALE

La distance focale est définie par la distance en mm qui sépare le capteur du centre optique de l'objectif. Un objectif de 200 mm de focale permet de grossir deux fois plus un objet situé à une distance donnée qu'avec un objectif de 100 mm.

La distance focale est intimement liée à l'angle de champ. Plus la focale diminue, plus l'angle de champ s'élargit (et la perspective s'accentue). L'effet de perspective d'un grand angle tend à faire paraître divers plans d'une même image plus éloignés les uns des autres qu'en réalité, à l'opposé des téléobjectifs qui tendent plutôt à « resserrer » les sujets dans un seul plan.

Les capteurs de la plupart des numériques sont plus petits que la surface de la pellicule 24 x 36 argentique. Pour remédier à ce problème, les fabricants ont conçu des objectifs de focale plus courte, mais il faut y appliquer un coefficient multiplicateur de 1,5 à 2 pour retrouver la focale d'un objectif 24 x 36. Méfiez-vous donc des chiffres annoncés.

En spéléologie où l'espace est souvent confiné, un grand angle permet d'être assez proche du sujet (p. ex. une focale de 28 mm couvre un angle de 75°). De plus, l'ouverture de diaphragme est généralement plus grande, le rendu de la perspective est intéressant (attention toutefois aux déformations ou au vignettage) et la profondeur de champ est garantie.

Éviter les zoom numériques. La résolution de l'image diminue selon le taux d'agrandissement, on ne fait qu'agrandir les pixels du centre qui vont donc devenir très visibles.

## 2.5. BALANCE DES BLANCS

C'est l'un des grands atouts du numérique : pour chaque prise de vue, l'appareil mesure la température de couleur de la lumière. La plupart proposent un réglage automatique, manuel, ou le choix entre plusieurs types d'éclairages définis (lumière du jour, artificielle, néon...).

Sous terre, l'acéto donne des tons très chauds (3000°K), alors que les leds ou les flashes donnent des teintes beaucoup plus froides (5000-6000°K). Il faut donc y faire attention, mais cette différence de couleur peut donner des effets intéressants en délimitant différentes zones ou plans.



*Plancher suspendu, Grotte Ste-Anne.*

*L'éclairage néon / halogène paraissait blanc à vue, alors que sur la photo...*

## 2.6. QUALITÉ DE L'IMAGE

En numérique, la qualité des images dépend de plusieurs éléments : définition, résolution, taille d'image, taux de compression. Si le fichier original comporte trop peu de pixels (points élémentaires), les images ne pourront être agrandies sans perte de qualité.

### 2.6.1. Définition

Fixée une fois pour toute, c'est le nombre de pixels qui constitue l'image numérique. Un appareil qui fournit 1600x1200 pixels a une résolution de 1.920.000 pixels (pour simplifier, on parle de 2 mégapixels). La plupart des appareils actuels atteignent 5 à 10 Mpix.

### 2.6.2. Résolution

La résolution définit la densité des informations et varie avec le rapport d'agrandissement de l'image pour un format d'impression donné. Exemple : avec un appareil de 2 Mpix, on obtient une résolution de 300 points par pouce (ppp ou dpi) pour un format de 13x10 cm. Mais notre photo de 2 Mpix (1600x1200) verra sa résolution tomber à 130 ppp en format 20x30 cm.

### 2.6.3. Poids des fichiers et compression

La taille des fichiers numériques varie avec la définition : plus il y a de pixels à définir, plus le poids augmente. Une photo de 1600x1200 pixels représente 2 millions de points. Chacun d'eux étant codé sur 24 bits, le poids du fichier final sera de 5,6 Mégaoctets (5,6 Mo). Il est tentant de s'offrir l'appareil présentant la définition la plus élevée, mais les prix s'envolent plus vite que la définition et le poids des fichiers également. Or, dans une photo, un grand nombre d'informations sont identiques et il existe une astuce (logicielle) pour réduire le poids des fichiers : la compression. Les appareils utilisent différents formats de fichiers :

➔ Un fichier **RAW** est fichier informatique qui contient les données brutes enregistrées par le capteur. C'est en quelque sorte l'équivalent numérique du négatif argentique. Il nécessite un traitement pour pouvoir être affiché sous forme d'image.

Avantages du RAW :

- meilleur qualité car non compressée et non « interprétée » par un logiciel.
- possibilité de faire des retouches pointues, notamment la balance des blancs (pas définie à la prise de vue), récupération des hautes et basses lumières (de-lightning), débruitage…
- les logiciels de dématriçage fonctionnent avec le principe du fichier side-car. Le fichier RAW n'est pas affecté intrinsèquement par les changements.
- peut prouver l'auteur d'une photo, le RAW étant un négatif numérique.
- la qualité des logiciels permet parfois de récupérer une photo « ratée ».

Inconvénients du RAW :

- Taille des fichiers énorme (souvent plusieurs dizaines de Mo).
- Format incompatible avec certains modes de l'appareil.
- Les appareils amateurs sont ralentis par l'écriture du fichier RAW sur la carte.
- Nécessité de traiter les fichiers pour les visualiser avec des logiciels spécialisés.

*Il y a une très grande variété de types, prix et capacités de cartes mémoires, bien se renseigner...*

➔ Le fichier **Jpeg** : universel, très léger, ce format de compression est devenu le standard. Il autorise différents niveaux de compression. Une image brute de 5,6 Mo peut être ramenée à environ 1 Mo en « Jpeg qualité maxi » et même à moins de 200 Ko en « Jpeg qualité basse ». L'image est dématricée par le logiciel de l'appareil photo, retouchée, puis compressée pour prendre moins de place sur la carte mémoire.

Avantages du JPEG :

- taille des fichiers de raisonnable à vraiment petite.
- pas besoin de connaissances en photo et/ou en logiciel de traitement d'image.
- images utilisables immédiatement après la prise de vue.
- format reconnu par tous les logiciels, systèmes d'exploitation et lecteurs multimédias.
- les logiciels des appareils récents délivrent des JPEG de grande qualité.

Inconvénients du JPEG :

- Image parfois trop compressée (perte de détails due au lissage, artefacts).
- Modifications de l'image plus délicate (bruit dans les zones sombres) et irréversibles.
- Plus difficile de prouver la paternité d'une image.

Notez que le taux de compression ne change rien à la définition des photos qui conservent le même nombre de pixels (mais certains sont altérés de façon définitive). En augmentant le « niveau de compression », on demande au logiciel d'être moins regardant pour sélectionner les pixels de valeurs proches, certaines informations ont donc disparu.

### 2.6.4. En conclusion

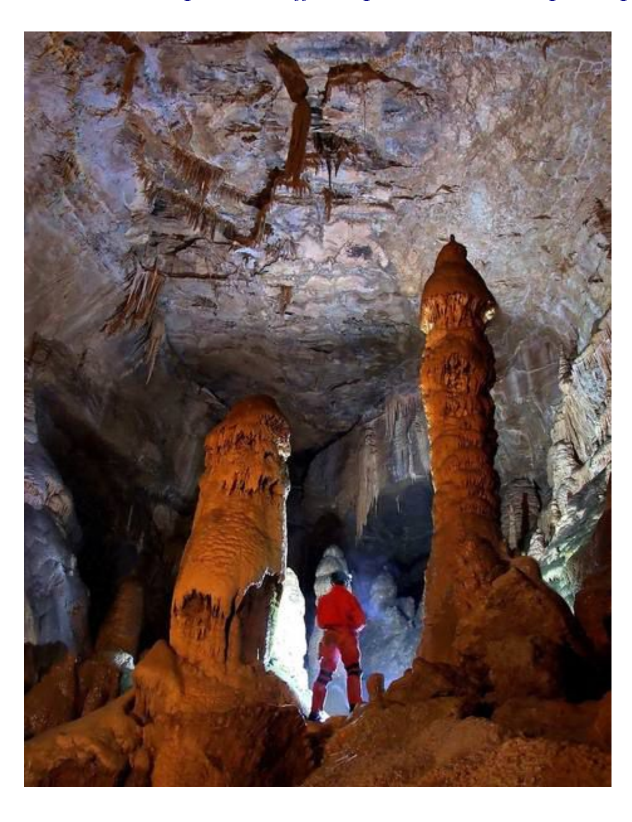
La qualité des images ne dépend pas que de la définition en Mpix du capteur. La qualité de l'objectif, le savoir-faire du fabricant en matière de traitement logiciel du signal et les qualités du capteur ont une grande influence. En pratique, c'est le rapport entre la définition de départ et la résolution finale de l'image qui va définir la qualité d'une photo selon le rapport d'agrandissement. Pour imprimer avec une qualité optimale, la résolution nécessaire se situe entre 200 et 300 ppp, alors que sur écran 72 ppp suffisent pour une impression visuelle de qualité. Tout est donc fonction de l'usage que l'on en fera, comme pour le taux de compression.

Chaque fabricant possède son jargon et n'utilise pas toujours les mêmes mots pour parler des mêmes choses : le mode d'emploi vous permettra de savoir à quoi correspond chaque réglage.

## 2.7. RÉGLAGES PARTICULIERS

Il existe des fonctions destinées à améliorer le rendu. Vous pouvez régler netteté, contraste et saturation en fonction de vos goûts. Appliqués à la prise de vue, ces filtres sont irréversibles. Il est donc souvent préférable d'enregistrer les images naturelles qu'il sera toujours possible de traiter avec un logiciel, mais parfois les algorithmes des fabricants sont plus efficaces que votre connaissance en retouche photo : la meilleure solutions est de tester pour se faire une idée et choisir le meilleur compromis.

*Sur la première image on voit bien la différence de température de couleur entre les flashes au plafond et l'acéto qui éclaire l'avant plan. Un effet imposant est donné par la prise de vue en contre-plongée. Gournier, Vercors.*





*Sur la seconde, idem avec la lumière du jour cette fois. Le personnage qui donne l'échelle est au sommet du cône d'éboulis. Le point est fait sur les restes du chariot et de son « moteur », éclairés au flash. Baume Sainte-Anne, Doubs.*

# 3. Matériel

## 3.1. TYPES D'APPAREIL

Il faut se poser la question suivante : quels sont mes besoins ? La tentation sera probablement de les surévaluer afin de « voir venir », « en avoir pour son argent »… Ce n'est sans doute pas le meilleur choix. Un appareil trop volumineux, performant et cher au regard des besoins risque d'être sous-employé, ou laissé au placard par peur de l'exposer aux agressions souterraines. Mieux vaux investir prudemment et que le matériel suive la progression du photographe. D'autant que les progrès techniques sont constants et l'appareil de vos rêves sortira forcément juste après que vous en ayez acheté un autre... Personnellement, je change régulièrement (achat sur e-bay et revente de l'ancien), je reste ainsi à jour.



- Le **compact** : petit, léger, automatique, parfait pour les souvenirs de vacances. Pour un prix très abordable, il délivre souvent des images correctes mais offre assez peu de créativité. La plupart ne permettent pas de débrayer les automatismes (autofocus, exposition…), et possèdent une optique rudimentaire. Il existe cependant des modèles très bien étudiés, anti-choc ou étanches (un gros atout pour le canyon p. ex.).



- Le **bridge** : entre compact et reflex. Un peu plus cher que le compact, il offre désormais des possibilités très proches des reflex. Il possède une optique unique, mais pour retrouver la polyvalence d'un bon bridge (zoom équivalent à un 28-504 mm) avec un reflex, il faudra deux ou trois objectifs différents. L'écran arrière pivotant favorise un angle de prise de vue inhabituel (à bout de bras ou au ras du sol), précieux sous terre.



- Le **reflex** : est un couple boîtier/objectif. Beaucoup plus cher, lourd et encombrant, ils nécessite plusieurs optiques, dont la qualité (et donc le prix) ne doit pas être sous-estimée. Mais leurs possibilités sont impressionnantes, leur résolution et la qualité des fichiers est meilleure (plus grand capteur). Le viseur optique n'est pas toujours le plus pratique sous terre, mais le « liveview » se démocratise peu à peu.

Les conditions de prise de vue sont difficiles dans les grottes. Si l'on souhaite prendre des photos rapidement et simplement, il vaut mieux choisir un appareil étanche et plutôt solide (ou jetable). Certains appareils normaux résistent pourtant très bien aux conditions souterraines. Les constructeurs mettent en avant le coté « grossissant » (x4, x10...), mais dans notre espace souvent confiné, il vaut mieux se préoccuper de la focale de l'objectif en équivalent 24x36. Plus ce chiffre est bas, plus le champ couvert par l'appareil peut être grand. Les batteries perdent leur capacité au froid, prévoir des rechanges.

## 3.2. ACCESSOIRES OPTIQUES

Les filtres UV : on utilise ces filtres non colorés pour réduire le voile atmosphérique, mais ils permettent surtout de protéger la lentille frontale. C'est un accessoire indispensable, surtout si on met en balance son coût ridicule et celui de l'objectif qu'il faudra faire réparer.

Les lentilles additionnelles ou « bonnettes » se vissent à l'avant de l'objectif. Elles permettent de réduire ou agrandir la focale, mais souvent au prix d'une perte de définition (ou « piqué »).

Les bagues-allonges s'intercalent entre le boîtier et l'objectif, pour la macrophotographie. Il existe toute une panoplie d'optiques pour les reflex (dont les super grands angles, bien pratiques mais très chers).

Un chiffon doux (ou mouchoir en papier) permet d'éliminer buée, poussière et boue. Faites bien attention cependant à ne pas griffer l'optique (intérêt du filtre UV) !

Après la sortie, bien faire sécher l'appareil touts compartiments ouverts et enlever la poussière délicatement, par exemple avec une bombe d'air comprimé ou un pinceau de maquillage.

### 3.3. CAISSON ÉTANCHE



Il faut protéger le matériel de l'eau, de la boue, des chocs. Le container devra être étanche et garni de mousse, bloquant ainsi l'appareil dans toutes les positions. Le même dispositif est nécessaire pour les flashes et tout autre matériel fragile.

On peut utiliser les traditionnels bidons étanches, bon marché, qui se mettent facilement dans un kit mais sont mous au chocs et pas très rapides à déballer. Certains fabriquent des containers avec du tuyau PVC de gros diamètre et un bouchon de visite, qui peut se passer de kit.

Les valises et boîtes étanches style Peli Case ou Otter Box sont relativement onéreuses mais vraiment indestructibles et faciles à ouvrir. Il faut éviter les boîtes comportant des angles vifs : les kits n'y résistent pas et on prend le risque de voir leur contenu s'échapper au beau milieu d'un puits (sur la tête de celui qui soit). Il faut également pouvoir glisser le pied photo à côté des containers.

Par exemple, j'utilise une Peli 1200 qui peut contenir mon APN (Fuji Finepix S100fs), une batterie de rechange, un mini-pied, deux flashes, un émetteur et deux récepteurs radio, un chiffon... Je l'ai toujours sur moi, que ce soit sous terre ou en canyon (mais elle m'entend souvent jurer dans les étroitures).

### 3.4. TRÉPIED

Le trépied permet d'abaisser la vitesse, donc de travailler à une ouverture faible et une PDC élevée. Il multiplie les possibilités de couples diaphragme-vitesse. Il est indispensable pour les techniques d'open-flash et permet de s'éloigner de l'appareil pour ne pas l'embuer ou déclencher des flashes. Ces derniers peuvent aussi bénéficier d'une meilleure position et d'un réglage plus facile sur pied.

Il existe une multitude de modèles, mais il faut choisir selon des critères de simplicité, compacité, légèreté, solidité et, vu la durée de vie réduite sous terre, de prix. Les grands pieds ne sont pas les plus utiles, au contraire un (ou plusieurs) petit pied de table fait souvent merveille et se glisse facilement dans la valise photo. Sinon, prendre appui sur un bloc ou contre paroi (l'écran orientable est alors un vrai plus).

### 3.5. FLASHES

La puissance d'un flash se traduit par son **nombre guide** (NG) donné par le fabricant. Cette valeur correspondant à une pellicule de 100 ASA (ISO) va nous donner l'ouverture du diaphragme par rapport à la distance d'éclairage du flash, en partant du principe que le flash fonctionne à pleine puissance. Les trois paramètres : NG, distance et ouverture sont donc étroitement liés, et si on en connaît deux, il est très facile de définir le troisième.

- Formule de base : NG = distance flash-sujet x ouverture
- Ce qui donne aussi : distance = NG / ouverture
- La plus utile : ouverture = NG / distance

**NG**

**Dist** **f/**

*Petit truc : on cache la donnée que l'on recherche et on a automatiquement la formule. Ex: si on cherche l'ouverture, on cache f/ et on obtient NG/Dist.*

En pratique, d'autres facteurs viennent influencer l'exposition. Les plus courants étant la réflexion des parois (les roches noires vont absorber la lumière tandis que les claires vont la renvoyer), la configuration de la cavité, l'angle d'éclairage, etc. En définitive, malgré tous les conseils et techniques, c'est surtout avec de l'expérience, de la volonté et quelques fois un peu de chance que l'on parvient à réaliser des photos souterraines correctement exposées (plus tout les impondérables, mais ça fait partie du charme).

Les flashes peuvent être complétés de réflecteurs, de diffuseurs, de filtres colorés, etc. (mais au détriment de la puissance). Pour connaître les caractéristiques réelles de ses flashs, il faut tester (de nuit ou sous terre, à 100 ISO, après différents essais, la meilleure ouv. x dist. = NG). Il existe des formules : http://fr.wikipedia.org/wiki/Flash_photographique, ou http://www.cours-photophiles.com/index.php/les-bases-techniques-photo/la-photographie-au-flash-.html

### 3.5.1. Flash magnésique

Depuis très longtemps, l'ampoule au magnésium avait de bons atouts pour les photographes spéléos : robuste, fiable, légère, peu encombrante, pas chère et surtout étanche. Il est facile d'immerger une ampoule dans l'eau pour réaliser de beaux éclairages. Un simple contact électrique la déclenche (pile ou accus) et la combustion du magnésium provoque un flash à 360° (sauf si réflecteur) et d'une puissance sans égale (NG jusqu'à 320 pour les plus grosses). Elles ont un temps d'allumage et une certaine durée de combustion, attention donc au bougé (vitesse synchro de 1/15 s à 2,5 s pour avoir toute la combustion).

Malheureusement, leur fabrication s'est arrêtée, et les quelques boîtes restantes sont souvent difficiles à trouver. Mais en cherchant bien, c'est encore possible, y compris pour les déclencheurs et réflecteurs.



*Pour l'affiche des JNS 2009, le lac de la fontaine de Rivîre illuminé par une seule ampoule Mazdaflash MF 1B (NG 56) immergée à côté du bateau, déclencheur bricolé avec un pile 9V.*

*Impossible d'arriver à un tel résultat avec des flashes électroniques. La couleur de l'eau est naturelle, la galerie d'entrée et le plafond ont été rajoutés à partir d'autres photos.*

*Photo V. Kalut – Nikon D3, super grand angle.*



### 3.5.2. Flash électronique

Malgré sa sensibilité à l'humidité, son poids, son prix et sa fragilité, le flash électronique est un moyen simple et efficace pour la photo souterraine. Couplé à une cellule, il permet de photographier rapidement, sans « bougé », même dans des conditions de mouvements (rivières, cascades, etc.), mais il faut faire attention à la vitesse de synchronisation et à la directivité. Il n'est pas utile d'avoir un flash ultra-sophistiqué, qui calcule pour n'envoyer que la quantité de lumière nécessaire, car ces flashs sont chers et plus fragiles. Personnellement, j'achète sur e-bay tous les vieux flashes argentiques que je trouve (entre 1 et 5€). J'ai ainsi un stock avec une variété de modèles et de puissances (de 20 à 45 NG), et surtout je ne me formalise pas quand ils succombent rapidement.

On peut les protéger avec du plastique et du scotch, un bidon étanche, ou leur fabriquer un caisson en PVC et plexi. On peut aussi les ouvrir et recouvrir l'électronique de vernis ou de peinture (ce qui évite de prendre une décharge quand ils sont mouillés). Le plus pratique est sûrement le flash avec sa cellule dans un sac refermable style ziplock (sac de congélation), qui reste allumé et prêt à l'emploi pendant la séance.

### 3.5.3. Cellules

Une cellule photo-voltaïque est constituée d'une petite boîte se fixant sur le sabot du flash et lui permettant d'être déclenché à distance par l'éclair d'un autre flash. À l'aide d'un flash « maître », il est possible de faire déclencher une multitude de flashes « esclaves ». Elles fonctionnent généralement jusqu'à une distance de 1/2 NG du flash déclencheur (si NG = 20, dist. Max. = 10m). Il existe également des systèmes à câbles, intégrés au flash, à infra-rouges et à ondes radio. La portée d'utilisation des cellules est très variable d'un modèle à l'autre et selon le terrain. En optique, il faut être « à vue », pas en radio (cependant à cause des réflexions il y a des zones ou le signal s'annule).

L'avènement de la photo numérique a créé un problème nouveau : la plupart des APN génèrent un ou plusieurs pré-éclairs avant la photo proprement dite (système **TTL** = mesure « Through The Lens »). Le logiciel de l'appareil doit en effet analyser la scène pour déterminer la luminosité, le contraste et la mise au point avant la prise de vue. La fonction « anti-yeux rouges » peut également ajouter encore d'autres éclairs. Or, les cellules classiques déclenchent les flashes esclaves au premier éclair, ce qui ne leur laisse pas le temps de se recharger pour la photo proprement dite.

Pour remédier à cela, plusieurs solutions :

- utiliser le mode manuel de l'APN s'il en possède un, et procéder à des essais. En principe, dans ce mode, l'APN ne devrait générer qu'un seul éclair (mais c'est variable d'un modèle à l'autre).
- choisir un mode qui limite le nombre d'éclairs (désactiver la fonction « yeux rouges ») et disposer d'une cellule qui gère le déclenchement du flash auxiliaire au deuxième ou troisième éclair (Firefly, Swiss Flash - très chères), ou avec un retardateur de déclenchement à régler (SYK-5).
- désactiver le flash incorporé, et installer un autre flash quelconque sur la griffe.
- déclencher l'appareil en vitesse lente sans flash, et déclencher le ou les flashes esclaves munis de cellules traditionnelles à l'aide d'un flash tenu à la main.





*Deux photos du même endroit, avec deux ambiances très différentes.*

*À gauche, le flash frontal donne un idée des lieux, pas vraiment artistique. Les ombres sont dures et les reliefs écrasés.*

*À droite, le flash est tenu à bout de bras par le sujet et orienté vers lui. La lumière chaude est obtenue par réflexion sur la combi. Les zones non significatives disparaissent dans l'ombre, le profil de la galerie est souligné, une ambiance se dégage...*

# 4. Prise de vue

La photo souterraine ne se limite pas à la mise en œuvre de techniques appropriées. Pour réaliser de bonnes images, le feeling est l’outil par excellence. Aucune grotte ou gouffre ne ressemble aux autres, une méthode appliquée dans un puits ou une galerie sera modifiée dans une autre. Si dans les grandes lignes, les méthodes restent très proches, les formes des puits, la brillance des parois, la position de l’appareil photo, etc. seront toujours différentes. C’est là que les observations de chaque photographe, la synthèse qu’il en fera et sa sensibilité feront la différence. Il y a malgré tout des règles simples à connaître :

- cadrer avec soin, se représenter mentalement en trois dimensions l'endroit dans lequel on est, essayer différentes possibilités en se déplaçant légèrement,...
- utiliser et mettre en valeur la richesse du milieu, les volumes et reliefs (donné par les ombres), les niches, les terrasses, les concrétions, utiliser les réflexions sur les parois humides, dans l'eau, etc.
- donner l’échelle en plaçant un spéléo dans le cadre, faire attention à la pose (naturelle si possible) et à la tenue vestimentaire (éviter tout ce qui « pendouille »).
- soigner l'éclairage, créer une ambiance, éviter les éclairs directs vers l’appareil et les zones brûlées. Un contre-jour derrière un personnage crée un relief et le « décroche » du fond, un avant plan non éclairé souligne la forme du lieu et attire le regard vers le sujet.

## 4.1. CADRAGE ET MISE AU POINT

Il n'est pas pas évident de faire un cadrage correct dans le noir complet, pourtant la réussite de la photo en dépend grandement. Le photographe s'apercevra très vite que son cadrage lui est plus ou moins dicté par la géographie des lieux (vide, eau profonde, dénivelée, etc.), et que l'éclairage devra aussi en tenir compte. Le mieux est de cadrer assez large : il sera toujours possible de procéder à un recadrage ultérieur. Les grands principes de composition doivent également s'appliquer (règle des tiers, cadrage des plans, verticalité des concrétions...). N'hésitez pas à les passez en revue : vos photos y gagneront : http://www.absolut-photo.com/cours/composition, http://www.linternaute.com/photo_numerique/cadrage

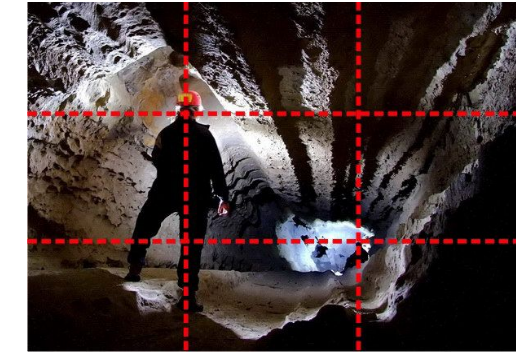
Le mini-écran à cristaux liquides (LCD) donne une image flatteuse, mais sa matrice comprend moins de pixels que le capteur CCD et ne permet pas de juger de la netteté de la photo. On ne détectera donc les « flous de bougé » ou les mauvaises mises au point que plus tard, une fois la photo affichée sur PC. Vérifiez régulièrement l'image enregistrée (en zoomant au maximum sur la vignette). Un bon principe est de doubler systématiquement la photo en refaisant tous les réglages.

### 4.1.1. Composition

L'art de la photographie est l'art de l'impression et de la suggestion. La composition est le choix et la disposition harmonieuse des éléments d'une image de façon à communiquer des idées et des impressions au lecteur. Les règles de composition ne sauraient à elles seules faire de vous un artiste ; mais elles peuvent s'avérer un guide précieux en vous évitant de commettre des erreurs grossières et en vous aidant à améliorer la qualité de vos images. Vous pouvez les transgresser chaque fois que cela vous semble souhaitable, mais au moins en bonne connaissance de cause. Nous allons donc passer certaines en revue.

**Composer** une image, c'est essentiellement : déterminer la nature et la place du sujet principal, déterminer le cadre dans lequel il sera installé, ordonner les différents éléments de l'image (lignes, formes, surfaces, couleurs, etc.) de façon à leur conférer une certaine unité et à mettre le sujet principal en valeur.

Le **sujet principal** est le centre d'intérêt d'une image. Chaque photo doit avoir un centre d'intérêt, et tout doit concourir à le renforcer. Demandez-vous ce que vous voulez montrer, ce sera votre sujet principal. Concentrez-vous alors sur ce sujet et éliminez tous les détails superflus. Rappelez-vous qu'une composition simple, sobre, donne presque toujours les photos les plus intéressantes. Il est possible de souligner un sujet net sur un arrière-plan flou, de se déplacer pour éviter les éléments perturbateurs ou simplement de ne pas les éclairer.



*Grotte de Warre. Contre-plongée. Têtes des deux personnages sur les points de force. Les lignes fuyantes, le sens de lecture G-D et le contraste de couleur attirent le regard vers le fond de la galerie. L'avant-plan, caché dans l'ombre, souligne le profil.*

Le centre d'une image suggère l'immobilité, il est donc souvent plus vivant et dynamique d'excentrer le sujet. La **règle des tiers** consiste à placer les éléments clef de l'image sur les lignes qui en séparent les tiers verticaux et horizontaux. Ces quatre lignes s'appellent lignes de force, et les quatre points de leur intersections sont les points de force. On donne ainsi plus d'espace au regard pour vagabonder.

Un sujet en **mouvement** sera, de préférence, cadré de telle façon qu'il reste suffisamment d'espace libre devant lui. Cette zone renforcera l'idée d'action et rendra la photo plus dynamique. Lorsque le mouvement s'effectue dans le sens horizontal, il est préférable d'utiliser également ce format. Par contre, si le sujet se déplace vers le haut ou vers le bas, le cadrage vertical convient mieux. Si une personne regarde dans une direction, cadrer évidemment en fonction.

Le **point de vue** a une très forte influence sur l'impression rendue par une image : non seulement cela permet de choisir le fond, mais cela modifie profondément la lecture. En prenant la photographie à la hauteur des yeux, on traite le sujet en égal ; en plongée (vers le bas) on le « diminue » ; en prenant la photo en contre-plongée, on lui confère une aura de domination, un effet dramatique.



Si l'image comporte des lignes fortes, on peut la rendre dynamique en faisant fuir ces **lignes vers un coin**. C'est encore une façon d'éviter la ligne centrale qui coupe l'image et la rend statique. Ci-contre, nous avons une double symétrie en diagonale. L'œil est également attiré par les **lignes en S**. C'est une forme que l'on retrouve souvent avec les cours d'eau, les routes, ou les silhouettes humaines. A contrario des lignes qui lancent le regard vers l'extérieur, un élément graphique qui entoure le sujet (profil de galerie) comme un **cadre** concentre le regard vers la zone significative.

Une image bien contrastée donne une plus grande impression de « piqué » (netteté) qu'une image délavée. Un **contraste** en luminosité entre les différents éléments d'une image permet de donner une impression de volume : les parties claires de l'image ont l'air plus proches que les sombres. La **silhouette** est le cas extrême du contraste clair/obscur. Les contrastes de **couleur** font ressortir le sujet sur une photographie. Les couleurs chaudes tendent à ressortir sur les couleurs froides comme le clair le fait sur le sombre.

Inclure des **reflets** dans une photographie peut aider le cerveau à reconstruire des volumes. C'est aussi une façon astucieuse d'ajouter de l'information à la photographie : un plan d'eau pourra ainsi contenir aussi une image du sujet qui pourra être vu sous deux angles. Les **ombres portées** sur le décor fonctionnent un peu comme les miroirs, permettant soit d'ajouter de l'information sur le sujet pour en faciliter la compréhension du volume, soit d'ajouter sur l'image des informations sur des éléments hors champ.

### 4.1.2. Petits et moyens volumes

En général, on peut voir la totalité de la scène dans le viseur ; on peut en délimiter les contours à laide d'une lampe focalisante. La mise au point peut se faire de la même façon (spot sur un bloc ou une paroi) ou sur l'éclairage d'un spéléo se trouvant dans le champ. Avec un peu de chance, l'autofocus fonctionnera (puissant faisceau d'assistance à la mise au point sur certains appareils). Un coup de zoom peut aussi aider (ne plus toucher la bague de mise au point après). Le focus sera d'autant plus facile que la zone est fort contrastée. Certains APN ont une indication chiffrée de la distance, ce qui permet de pointer au jugé. Faire une « photo test » en déclenchant le flash de l'appareil permet de vérifier avant de sortir tout le matos.

### 4.1.3. Grands volumes

La mise au point est facilitée (on peut se positionner sur l'infini), mais le cadrage est plus difficile et requiert d'imaginer la photo que l'on s'apprête à réaliser. Il est important de bien connaître le lieu pour l'exploiter au mieux, tant pour le cadrage que la diffusion de la lumière. Faire parcourir l'endroit par un spéléo et suivre son éclairage dans le viseur est un bon moyen pour en définir les contours ; une lampe puissante focalisante peut être utile, même si le photographe ne voit que des parties de la photo complète.



*Sur cette photo de Saint-Marcel d'Ardèche, tout est net : il s'agit d'un assemblage des meilleures parties de plusieurs photos prises en s'appuyant sur une rambarde.*

*J'ai profité ici de l'éclairage en place, mais il aurait été possible de procéder gour par gour (soirée de retouche garantie!).*

*Un groupe de gens passaient dans le fond de la galerie, mais grâce à une pose assez longue il ne reste d'eux que des traînées floues, faciles à éliminer.*

## 4.2. ÉCLAIRAGE

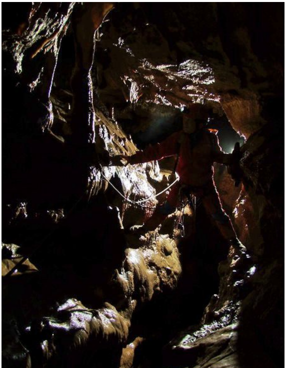
C'est dans la lumière que réside toute l'ambiance et la créativité de la photographie souterraine. Les sources sont forcément artificielles, il faut en maîtriser la puissance et la température de couleur. Disposer d'une panoplie d'éclairages différents est un plus pour s'adapter à diverses situations ou créer un effet.

On multiplie souvent les sources de lumière pour réaliser des images de grands volumes. Répartir habilement ces éclairages en fonction de la puissance, de la position et de la distance au sujet et tester le nombre de coups de flash permet souvent de réduire les soucis d'exposition à corriger ultérieurement.

Pour corriger les différences de température, on peut utiliser des filtres de conversion. Mais utiliser des sources variées peut donner des effets très créatifs, en déterminant des zones de couleur ou des plans d'ambiances différentes qui se détacheront mieux les uns des autres (photo de couverture p. ex.).

**Loi du carré inverse ou de Lambert** : « l'intensité d'une source varie proportionnellement au carré de la distance la séparant de l'objet éclairé ». Autrement dit, lorsque la distance entre un sujet et une source lumineuse double, l'intensité reçue se réduit au quart.

Plus on éclaire de près et plus le contraste augmente entre la partie la plus proche et la partie la plus lointaine de l'objet, plus on s'éloigne et plus les contrastes sont doux. La lumière est toujours plus belle, plus naturelle, si elle donne l'impression de venir d'un seul côté. Il faut une source principale plus forte que les autres et, pour déboucher une ombre ou donner un éclat particulier, des sources secondaires.


*Les plafonds de l'Eglise.*

*Éclairage de face seul, puis le contre-jour, puis enfin les deux ensemble (les flashes sont parfois un peu capricieux).*

*Le rendu est totalement différent d'une photo à l'autre (ambiance, profondeur, reflets). Deux sources au moins sont souvent indispensables pour un rendu correct.*

*Ici, une troisième pour déboucher ce que le personnage regarde eût été appréciable.*

### 4.2.1. Gestion de la balance des blancs

Par défaut, la balance des blancs s'adapte automatiquement. Si toutes les sources d'éclairage sont de températures de couleur homogènes, on peut conserver le réglage automatique. Mais la balance des blancs peut être imprévisible selon l'ordre de déclenchement des sources de lumière (c'est la première qui la détermine). Il est intéressant de forcer la balance des blancs à une valeur fixe dans certains cas :

- Si on veut garder la chaleur d'une flamme acétylène, choisir « Lumière du jour ». L'équilibre sera évidemment très différent selon que le flash incorporé sera déclenché ou non.
- Si on veut faire une photo avec sa frontale à Leds, mais en évitant le côté bleuté, il faut étalonner (faire un blanc). Cela consiste à viser plein cadre une feuille blanche éclairée par sa lampe et faire mesurer par l'appareil une balance personnalisée (limité... les leds n'ont pas un spectre continu).
- on veut créer un effet « surnaturel » en mélangeant un flash en premier plan et la lumière du jour en provenance d'un porche. Il suffit d'équilibrer la balance des blancs sur celle du flash.
- on veut « peindre » la grotte à l'aide d'un spot HID dont la température est >6000°K (lampe à décharge). On a intérêt à forcer l'appareil sur « nuageux » pour avoir des tons moins froids.

Les éclairages de frontales à LED provoquent des taches blanc-bleu peu esthétiques dans l'axe ou sur les parois. Pensez à les faire éteindre si possible, ou au moins que le sujet ne vous regarde pas en face.

## 4.3. DIFFÉRENTES MÉTHODES

### 4.3.1. Lumière ambiante

Idéal pour rendre l'ambiance naturelle d'un porche ou d'un puits d'entrée par exemple, ou saisir la douce chaleur de l'éclairage acétylène. Nécessite peu de moyens et de réglages, mais impose souvent un appui ou un pied et surtout l'immobilité totale du ou des sujets.

*Entrée de Canuela, Cantabriques. Sans personnage, pas d'échelle. Petit flash pour le déboucher.*

### 4.3.2. « Painting »

Une méthode classique pour déboucher une petite ombre, faire ressortir un personnage ou une concrétion, est de balayer la zone avec sa frontale ou un spot pendant une longue pose. Comme en peinture, balayez en « croisé » pour plus d'uniformité, mais attention à la température de couleur avec certaines lampes.

Si la lampe est dans le champ, on peut s'amuser à écrire dans l'espace ou créer des effets. On peut aussi laisser de petites lampes LEDs un peu partout, dans une niche, dans un gour...

Certains construisent des montages à LEDs puissantes. Une lampe halogène de 50 w alimentée par une batterie au plomb donne d'excellent résultats, mais il faut la transporter. D'autres utilisent des phares HID de plongée (à décharge) modifiés (spot plus large). Ils sont étanches, permettent de voir ce qu'on fait, d'être sûr du cadrage et du point, mais leur prix est assez prohibitif.

L'appareil peut mesurer la lumière mais la vitesse est forcément lente, pied et immobilité obligatoire.







*Deux exemples sur le même principe. Explo2009 au crépuscule et Abyss avec un saut figé en plein vol par un coup de flash.*

### 4.3.3. Flash frontal

C'est évidemment le moyen le plus simple et rapide sous terre, on laisse l'appareil tout gérer, mais le résultat est souvent décevant. Lors de la prise de vue divers problèmes apparaissent :

- Le flash intégré est très proche de l'objectif. Il éclaire donc les gouttes d'eau, les poussières, le brouillard situés juste devant, ce qui crée des taches. Il ne faut donc pas utiliser ce flash dans des zones humides et boueuses (donc presque toujours pour nous).
- Le flash direct en portrait donne des ombres dures et disgracieuses, des yeux rouges.
- La perspective et le relief sont complètement aplatis, pas de vie ni d'ambiance.

Le mieux est donc de travailler en flash indirect ou déporté (parfois 1 m peut tout changer). Deux méthodes permettent de régler ces problème : la synchronisation et l'open-flash. Dans les deux cas, on fixe la sensibilité et la vitesse, puis on fait varier l'ouverture en fonction de la puissance ou du nombre de flashes. Un souci demeure avec l'existence du pré-éclair pas toujours débrayable (voir plus haut). Les cellules qui déclenchent après ce pré-éclair sont assez chères ou de réglage délicat.

#### 4.3.4. Flashs synchronisés

Pour synchroniser les flash, on peut utiliser différents systèmes :

- la griffe porte-flash, ou un câble de synchro (il en existe d'assez longs à brancher sur la prise de l'appareil, ou on peut en bricoler un avec une semelle de récupération).
- un système de contrôle des flashes sur l'APN. Souvent en infra-rouge, intégré ou extérieur, il permet de régler l'intensité des flashes et même la temp. de couleur sans se déplacer.
- des cellules photoélectriques qui déclenchent à l'éclair d'un autre flash (flash esclave). Un câble permettant de déporter la cellule (qui doit être à vue) pour dissimuler le flash est un vrai plus.
- des émetteurs-récepteur à ondes radio. Possèdent souvent plusieurs canaux et une connectique variée. Souder un fil à la place de l'antenne interne améliore la portée.
- sur un compact, on peut placer un cache sur le flash intégré qui l'empêche d'éclairer vers l'avant mais laisse une ouverture vers le haut ou le côté qui laisse passer un peu de lumière et déclenche un flash esclave (insensible au pré-flash). Ou alors, on scotche une cellule câblée à un autre flash directement sur le flash de l'appareil.



Le choix est vaste, et chaque système a ses avantages et ses inconvénients. Le comportement est parfois assez erratique sous terre (humidité pour l'électronique, froid qui diminue la capacité des accus...).

- Avantages : rapidité d'exécution, n'impose pas d'éteindre les lampes acétylène, se réalise sans pied, facilité d'emploi, pratique pour les photos d'action, élimine tout risque de bougé, les mêmes flashes peuvent servir à plusieurs photographes.
- Inconvénients : fragilité des câbles, limitation de leur longueur, difficulté parfois de les placer hors cadre, encrassement des fiches, performances de la cellule, peu de réflexion des parois, perte de fiabilité et de portée radio en conditions souterraines.

#### 4.3.5. Open flash

En « rapide », on peut désactiver le flash intégré et régler le temps d'exposition sur 1 ou 2 secondes (pas plus, à cause du bruit). Le photographe ou un opérateur envoie un flash juste après le déclenchement (convenir d'un signal précis). Il est également possible de synchroniser d'autres flashs munis de cellules classiques. On peut travailler sans pied mais il faut alors éteindre tous les éclairages.

En longue pose (15-30 sec, B, T), chaque opérateur « mitraille » de coups de flashes selon un nombre et une direction déterminée. C'est le nombre de coups qui détermine l'exposition (assez empirique).

Idéale et indispensable pour de grands volumes, cette méthode impose une bonne communication entre les membres de l'équipe (pas facile avec l'éloignement ou le bruit). Elle exclut toute image d'action (sauf en mono-éclair), sous peine de bougés (sauf si effet voulu, filés, etc.). Le fait que la ou les sources de lumière soient indépendantes de l'appareil photo, permet de les placer n'importe où sans souci de liaison. La méthode est plus lente, mais permet la mise en place de la méthode « flashs multiples » en n'utilisant qu'un seul flash, donnant ainsi accès à la réalisation de volumes importants avec un matériel restreint.

- Avantages : plus grande fiabilité, permet de multiplier le nombre d'éclairs avec le même flash, favorise une meilleure utilisation du milieu (niche, dénivelée, etc.).
- Inconvénients : plus lent à exécuter, impose le pied photo, difficile à réaliser avec les lampes à acétylène allumées, problèmes de communication.



*Le « flasheur » avance le long de la galerie en donnant des coups de flash continuellement, on voit l'ombre du départ et de l'arrivée. Cantabriques.*

### 4.3.6. Trucs et astuces

La buée est inévitable lorsque l'appareil froid est en milieu humide. À l'entrée et à la sortie de la grotte, il faut le laisser se mettre à température et donner éventuellement un coup de chiffon. On peut juste faire une dernière photo rapidement, en retirant le filtre UV, le temps que la buée revienne.

Lorsque c'est le photographe qui dégage un nuage de fumée, se reposer 5 min, en profiter pour placer les flashes, etc. Lors de la prise de vue, respirer de côté, tenir l'appareil en bout de bras, ou mieux, le mettre sur pied avec retardateur et s'éloigner. Par contre, si c'est le sujet qui fume, cela peut créer un bel effet avec la lumière (lui demander éventuellement de souffler doucement au moment du déclenchement).

On doit régulièrement retirer ses gants : mieux vaut faire un trou dans la manchette pour les mousquetonner au côté, ou les stocker entre combi et sous-combi où ils resteront au chaud.

Établir un code clair pour communiquer avec son équipe (décompte, ou sifflets comme en canyon).

On peut fabriquer des réflecteurs pour flash avec un carton blanc (type carte de visite) scotché sur une face, pour une lumière douce et diffuse, ou au contraire à travers un carton de lait ou un paquet de chips ouvert des deux côtés, pour focaliser l'éclair à la forme désirée.

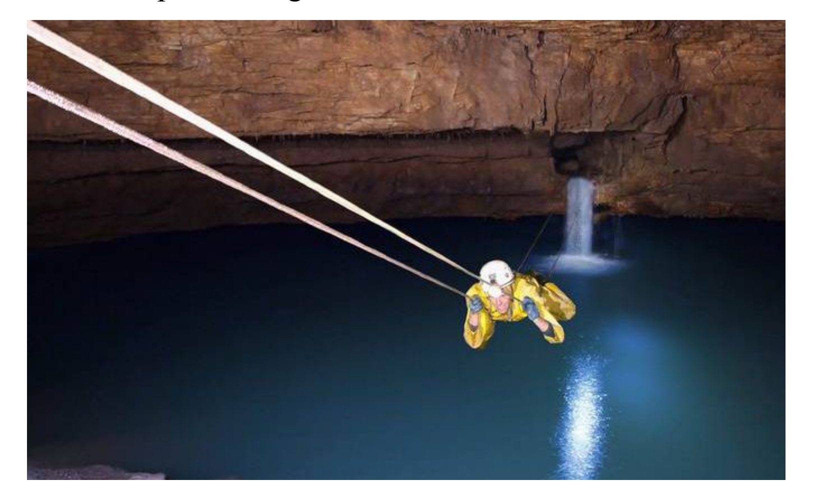
Si l'on est seul, on pose l'appareil avec retardateur, on court se positionner avec le flash et on mitraille, y compris -et même surtout- vers soi (voir exemples).

Il est toujours intéressant d'avoir un contre-jour pour détacher un personnage, un éclairage rasant les parois pour que les ombres fassent ressortir les volumes et les textures. Sur les très belles photos de P. Crochet par exemple, un flash sur pied est systématiquement placé dans l'axe de la tête du modèle : voir http://www.philippe-crochet.com/site/index.php

## 4.4. TRAVAIL PAR ZONES

Un des gros avantages du numérique est la possibilité de retouche des images (voir chapitre suivant). Cela ouvre des possibilités fantastiques, mais encore faut il savoir ce que l'on fait à la prise de vue.

- Il est possible de récupérer des zones sous- ou sur-exposées (ombres profondes, zones brûlées), mais dans une certaine proportion seulement, il vaut mieux légèrement sous exposer que brûler...
- On peut assembler les meilleures prises d'une même scène, zone par zone. Cela permet d'éclairer seulement une partie, ou le faire différemment à chaque image, puis de faire un « best of » des meilleures expositions, de multiplier les flashes et les personnages, de faire une photo d'action puis de prendre le décor par après, d'enlever des parties disgracieuses, faire des effets irréels...
- On peur assembler plusieurs images prises d'un même point pour élargir l'angle de champ si on n'a pas le recul suffisant, ou pour créer différentes projections ou panoramas. Dans ce cas, il est impératif de garder la même balance de blanc et la même exposition pour toutes les vues.



*Lac de la Baume Sainte Anne, Doubs.*

*Tout est faux! Le lac n'était pas turquoise mais d'un laid brun, la cascade était éclairée par un spéléo pendu à côté et qui a été effacé, celui sur corde se trouvait plus haut et photographié à part, la roche était grisâtre...*

*Bref, ne pas croire ce qu'on voit: même les endroits assez peu accueillants sur place peuvent paraître paradisiaques !*

*Un détail oublié: le bout de rocher en bas à gauche aurait du être effacé, il distrait le regard.*

## 4.5. MACROPHOTOGRAPHIE



La macrophotographie est est l'ensemble des techniques permettant de photographier des sujets de petite taille. La tentation est grande de saisir la délicatesse d'une fistuleuse ou les microcristaux d'un gour ce qui rend la macro sous terre très délicate, pas seulement techniquement, mais pour la préservation du sujet. S'il y a le moindre risque de casser ou salir quoi que ce soit, il faut impérativement renoncer, quitte à revenir plus tard avec du matériel plus adapté.

Deux possibilités pour un grandissement (rapport taille de l'image/taille de l'objet) important :

- augmenter le tirage en ajoutant des bagues-allonges ou un soufflet entre l'objectif et le corps de l'appareil (pour un reflex), ou utiliser un objectif macro.
- diminuer la focale en ajoutant des lentilles additionnelles (souvent appelées bonnettes) devant la lentille frontale (bridges – compacts).

Il y a souvent une position macro sur les appareils, par déplacement interne des lentilles. Plus la focale diminue ou plus on approche l'appareil, et plus le grandissement augmente, donc :

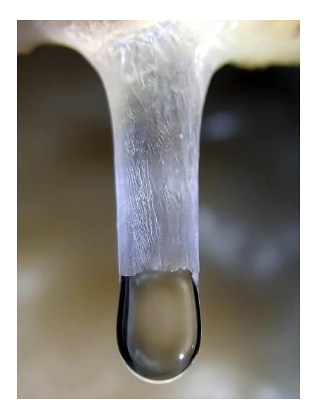
- soit on s'approche le plus près possible en grand angle, mais gare à la casse.
- soit on zoome pour photographier des sujets fragiles à distance sans les mettre en péril (mais il faut davantage de lumière et un pied).

En macrophotographie, la profondeur de champ ne varie pas en fonction de la focale, mais de la distance au sujet ; elle se répartit à peu près également à l'avant et à l'arrière. Plus le rapport de grandissement est élevé, plus la profondeur de champ diminue (quelques mm). On est donc tenté de fermer le diaphragme, mais il faut avoir assez d'éclairage.

La mise au point est une opération très délicate, dont dépend en grande partie la réussite de l'image. L'utilisation d'une lampe puissante focalisante (ou un flash annulaire) est une aide indispensable.

On a au contraire parfois trop de lumière avec un flash, à cause de la proximité. Un bon truc est de procéder par réflexion sur une paroi, la main, un morceau de carton blanc... Certains flashes permettent de limiter leur puissance (1/2, 1/4, 1/16) ; le mode auto peut aussi parfois être bien utile, mais attention à ne pas cacher le capteur de mesure.





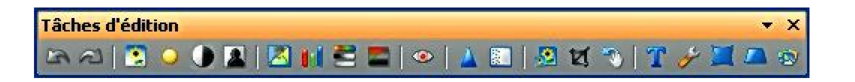


*À gauche – Vues d'en bas, les chauves-souris prennent une allure étrange et inhabituelle – Grotte des Planches, Jura.*

*Au centre – Une profondeur de champ très courte et le fond disparaît. Il aurait du être plus sombre également pour bien détacher le sujet. La photo a été prise à 1 cm de la concrétion, pas question de bouger ! – Grotte Véronika.*

*À droite – Ce niphargus de 3 mm a été simplement posé sur la lentille frontale l'objectif, mis verticalement en super-macro, et éclairé de côté à la frontale. On voit tous ses organes internes par transparence – Grotte de Gournier.*

# 5. Retouche d'image



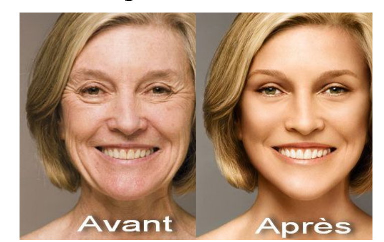

## 5.1. RETOUCHER OU PAS ?

La question se pose souvent, les « pour » et les « contre » s'affrontent depuis longtemps.

- Les « contre » se basent surtout sur la sacro-sainte idée de la photo « instantanée »: elle doit rester telle quelle, de la prise de vue au tirage. On ne doit rien retoucher ni recadrer.
- Les « pour », souvent des as de la retouche, idéalisent leurs images, parfois jusqu'à l'irréel.

C'est une question de choix, mais l'idéal se situe sans doute entre les deux. La précision au moment de la prise de vue assure une bonne base (exposition, balance des blancs, cadrage). Ensuite vient la « révélation ». À l'époque de l'argentique, on passait des heures au labo ; pour les numériques c'est un peu la même chose. On se trouve devant l'écran, face à une image qu'on a pensée, imaginée, mais qui ne correspond pas toujours à ce qu'on avait en tête au départ. Alors je l'avoue, je retouche systématiquement toutes mes images, mais évidemment pas de la même façon en fonction de l'utilisation finale. D'un travail très modéré à plus profond, c'est surtout une question d'esthétique et de goût (et aussi de possibilités, les conditions souterraines peuvent nous obliger à « tricher » un peu). Finalement, j'essaie souvent d'obtenir un résultat correspondant davantage à l'émotion ressentie sur place qu'à la scène brute telle quelle.

Bien retoucher n'a rien de simple, surtout lorsqu'on débute. Dans ce domaine, la technique nous rend  capables du meilleur, mais surtout du pire... Certaines retouches tiennent plus du graphisme que de la photo (photomontage), ce qui n'est pas forcément une mauvaise chose : tout dépend de la manière dont c'est présenté. Il faut le savoir, toutes les images que nous voyons quotidiennement en télé, dans la presse et surtout la pub sont très largement modifiées.




*15 ans de moins, merci Photoshop!*

## 5.2. AVEC QUOI ?

Les programmes sont légion, plus ou moins abordables techniquement et financièrement. Il y a évidemment de grands classiques comme Photoshop, mais tout le monde n'a pas envie de débourser 1000€ pour la licence d'un logiciel qu'ils ne maîtriseront sans doute jamais totalement.

Heureusement, il existe quasi toujours une ou plusieurs alternatives gratuites, et si elles ne font généralement pas tout ce que permettent les versions payantes, rien n'empêche d'utiliser plusieurs programmes, chacun dans les tâches qu'il effectue le mieux. Il existe même des solutions en ligne, donc sans installer de programme sur son PC ! Quelques exemples de logiciels bien pratiques :

| Fonction | Payant | Libre | Téléchargement |
|---|---|---|---|
| Organiser - trier | ACDSee | Picasa | http://picasa.google.fr/ |
| Retouche de base | Paint Shop Pro | Photofiltre | http://www.photofiltre-studio.com/ |
| Retouche avancée | Photoshop | The GIMP | http://www.gimp.org/ |
| Panorama | PTGui | Hugin | http://hugin.sourceforge.net/ |
| Réduction du bruit | Noise Ninja | Noiseware | http://noiseware-community-edition.softonic.fr/ |
| Conversion | PicaView | Image Converter | http://www.imageconverterplus.com/ |

Parmi la foule de solutions disponibles, il ne faut pas hésiter à essayer ce qui vous convient le mieux : voir en bibliographie les comparatifs de programmes (avec avis d'utilisateurs) et les tutoriels pour vous aider au départ. Nous allons à présent passer en revue une série d'opérations classiques, communes à beaucoup de programmes (sans voir chacun en détail, il faudrait quelques centaines de pages de plus...).

## 5.3. RÈGLES DE BASE

La qualité des retouches est en partie fonction de l'image de départ. Privilégiez les réglages les plus qualitatifs (définition max., compression min.), ou photographiez en mode Raw (ou Tiff) : l'image contient plus d'informations que le fichier Jpeg, et elle est plus « malléable » aux retouches. Conseils :

- Il est prudent de ne pas travailler directement sur les fichiers originaux, mais sur une copie.
- Pour éviter que la qualité ne se dégrade au fil des modifications et ré-enregistrements successifs, utilisez de préférence un format non destructif (*.tiff, *.psd, *.xcf...).
- Créez un calque ou une sauvegarde sous un nom différent à chaque modification importante de l'image. Cela préservera les retouches intermédiaires et permettra de revenir en arrière.
- En fin de chaîne seulement, enregistrez une copie de l'image en Jpeg pour vos besoins courants.
- On ne fait rien de bon si son écran n'est pas bien réglé (le mieux est de le calibrer avec une sonde).

### 5.3.1. Dé-bruiter

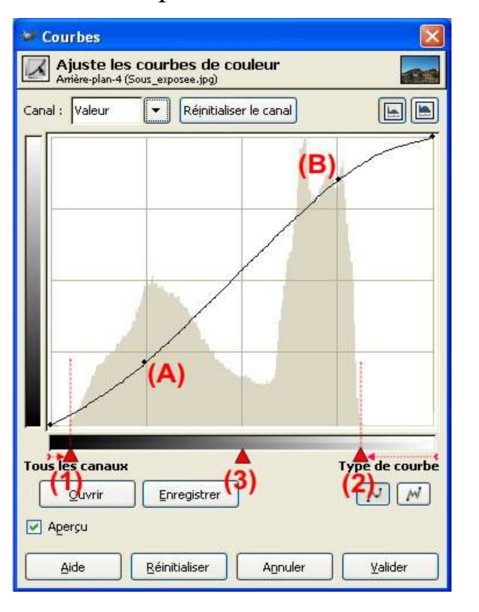
Plusieurs applications sont dédiées au traitement du bruit. Soit isolément, soit sous forme de plug-in. Certaines utilisent des profils d'APN spécifiques, ce qui les rend très précises. Sinon, il y a aussi des outils dans les logiciels de retouche classiques, mais la perte de détails est souvent plus importante.

- Mieux vaut dé-bruiter avant de retoucher, pour éviter d'amplifier le bruit par après.
- Après l'opération, on peut compenser la perte de détail en ajoutant un peu de netteté. Attention à ne pas forcer trop sur ce réglage, sous peine d'un résultat pire qu'au départ.
- Le bruit est plus acceptable sur une image en noir et blanc : on ne retrouve pas les détails perdus, mais on supprime la couleur des parasites (pseudo grain argentique).

### 5.3.2. Corriger l'exposition et la couleur

En intervenant sur les réglages de luminosité, contraste et couleur, on peut améliorer considérablement une photo, en restituant à l'image le blanc et le noir dont l'œil a besoin pour trouver ses repères.

Les logiciels de retouche proposent plusieurs outils pour corriger l'exposition, notamment les courbes, les niveaux et l'histogramme. Pour tester les possibilités de chacun, faites des essais en noir et blanc : les différences seront plus visibles qu'en couleur. Avant de vous lancer dans un réglage compliqué que vous devrez paramétrer manuellement, essayez toujours une correction automatique, parfois bien suffisante.




Voici deux outils classiques, qui fonctionnent aussi bien pour la luminance que pour chaque canal de couleur (Rouge, Vert, Bleu).

- **L'histogramme** (comme celui de l'APN). On voit bien ici qu'il n'y a pas de vrai noir ni de blanc. On déplace les curseurs 1 et 2 pour les rapprocher du début et de la fin du spectre, puis on ajuste le curseur central (3) en fonction du contraste souhaité. Attention, la priorité doit rester le rendu de l'image et son réalisme, il ne faut donc pas se limiter à la seule allure de l'histogramme (cochez « aperçu »).
- **Les courbes** d'entrée-sortie. Le réglage est plus fin, mais plus délicat. Par exemple, un réglage classique est la « courbe en S » qui *éclaircit les teintes les plus sombres* (A) et assombrit l*es teintes claires* (B). Elle permet un plus grand contraste sur les tons moyens mais ne change pas les points noirs et blancs, d'où une impression plus équilibrée.

Les outils ombres/rehauts (assombrir/éclaircir, delightning) et les courbes permettent de récupérer dans une certaine mesure des zones « bouchées » ou « brûlées ». Prenez garde de ne pas trop dégrader l'image : on peut difficilement déboucher des ombres profondes sans faire apparaître du grain.

Une dominante de couleur se produit quand les canaux Rouge, Vert, et Bleu d'une image ne sont pas correctement équilibrés, par exemple si on s'est trompé de balance des blancs lors de la prise de vue. Une solution est de tenter d'abord un réglage automatique, sinon utilisez les courbes ou l'outil de correction de dominante de couleur, en pointant avec la pipette une zone qui devrait être blanche ou grise.

### 5.3.3. Convertir en noir et blanc ou en sépia

La plupart des appareils proposent un mode noir et blanc (voire sépia). Vous pouvez choisir cette option directement à la prise de vue, mais ce réglage a deux inconvénients :

- Certains APN proposent une émulation des films argentiques, mais pour la majorité des autres il s'agit d'une simple conversion en niveaux de gris, souvent peu contrastée.
- Pas de regrets : on dit définitivement adieu à la couleur. Si vous optez néanmoins pour cette solution, vous pouvez améliorer le rendu en augmentant le contraste.



Si vous effectuez une conversion logicielle, vous avez l'embarras du choix des réglages. Pour une conversion N/B rapide, choisissez le mode « niveaux de gris », sinon le mélangeur de couleur permet un résultat personnalisé. Avant de convertir, réglez les niveaux afin d'avoir des blancs bien blancs et des noirs bien noirs. Il existe beaucoup d'effets de sépia ou de rendus anciens, pour les nostalgiques.

*Il est intéressant de convertir en N/B certaines parties de l'image, cela met le sujet (coloré) en valeur et fait ressortir la texture des parois – Nou Maulin.*

### 5.3.4. Recadrer et redresser

Obtenir une image bien cadrée n'est pas évident sous terre, où l'on ne voit pas grand chose dans le viseur. Il est également difficile d'être de niveau.

- Lors de la photo, utilisez la grille de composition de votre APN, ou un trépied avec niveau à bulle.
- Un recadrage léger permet de parfaire une image en ajustant sa composition. Affichez la grille pour contrôler l'alignement. Si la photo n'est pas droite, effectuez une petite rotation.
- Des outils vous permettent de corriger les distorsions dues à la perspective ou à l'optique.
- Changer de format donne une autre impression de la scène (4:3, 2:3, 3:5, 16:9). Un léger vignettage (assombrissement de la périphérie) peut aussi focaliser l'attention sur le sujet.
- Plus la définition est grande, plus il est possible de recadrer (ce qui équivaut à retirer des pixels), tout en gardant une résolution suffisante pour l'impression.

### 5.3.5. Augmenter la netteté

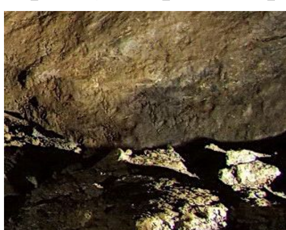
Cela permet d'obtenir un rendu plus détaillé, et même parfois de « rattraper » une photo légèrement floue.

- Il y a souvent un réglage du niveau de détail sur les appareils photo. Si vous trouvez vos photos trop « molles » et que vous ne souhaitez pas les retoucher, paramétrez votre appareil.
- L'ajout de netteté est souvent appliqué en dernier dans l'ordre de traitement. Les bonnes valeurs sont à la fois fonction de l'image et de l'effet que vous recherchez, procédez par essais et erreurs.
- Attention, si vos photos sont bruitées, l'ajout de netteté ne fera qu'accentuer ce bruit...

### 5.3.6. Gommer un détail / reconstituer de la matière

Il suffit parfois d'un rien pour gâcher une photo : un élément « hors sujet », un flash dans le champ, etc. Si le défaut est mineur, l'outil Tampon suffira à le faire disparaître. La retouche consiste simplement à recouvrir la partie gênante par une copie du fond (fonctionne particulièrement bien sur la roche).

- Plutôt que de peiner en retouche, mieux vaut veiller à ces détails au moment de la prise de vue, et se déplacer ou faire se déplacer légèrement le sujet.
- Zoomez dans l'image pour avoir un meilleur confort et une plus grande précision de retouche.
- L'outil Tampon (ou réparer/copier) peut également être utilisé pour reconstituer de la matière.

*Cas de figure classique : zoom sur une partie de photo où j'ai une fois de plus oublié ma valise étanche, d'un orange assez peu discret...*

*Pas de problème, je la recouvre en clonant par petites touches des morceaux des parois de gauche et de droite, et je peaufine avec l'outil de correction pour un rendu plus naturel. J'aurais pu aussi dessiner une ombre fictive.*

### 5.3.7. Réduire les dimensions et le poids

On redimensionne les images que l'on doit envoyer, ou celles que l'on destine à l'affichage sur écran ou sur le net. La taille (les dimensions en pixels) et le poids (exprimé en Mo ou Ko) de l'image sont liés. On peut encore réduire le poids en jouant sur le taux de compression.

- À la prise de vue, vous pouvez changer la taille des images sur votre appareil en fonction de l'utilisation que vous en ferez. Cela vous évite de devoir le faire plus tard, mais c'est irréversible.
- De nombreux programmes permettent de redimensionner les images en série, même Windows (sélectionnez les images, clic droit - « Envoyez vers », puis « Destinataire ». Dans la boîte qui s'affiche, cochez « Réduire la taille de toutes mes images », 3 formats possibles).
- Les dimensions de 800 x 600 pixels sont idéales pour l'affichage et l'envoi par mail. Renommez votre fichier pour éviter d'écraser par erreur l'original.
- Il est toujours possible de paramétrer le taux de compression en jpeg (dans « paramètres du format », un bon rapport de qualité par rapport au poids est 80 %).

### 5.3.8. Renommer - Métadonnées

Les métadonnées sont des informations inscrites à l'intérieur de chaque fichier photo. Elles facilitent le classement et la recherche de vos fichiers. Il existe deux types principaux :

- Les données **EXIF** (Exchangeable Image File) sont produites automatiquement par votre APN : elles indiquent les paramètres de prise de vue (date, heure, type d'appareil, réglages).
- Les données **IPTC** (International Press & Telecommunications Council) permettent d'ajouter à une photo divers renseignements pour une recherche future (lieu, auteur, description, etc).

Le mieux est de ne pas modifier les données EXIF mais de remplir les données IPTC avec toutes les informations qui peuvent être utiles pour retrouver et gérer facilement ses photos.

Le nom de fichier est la première forme de métadonnée. Une bonne stratégie consiste à utiliser par exemple la date en format AAAA-MM-JJ, puis le lieu et un numéro d'ordre, ainsi tout est classé correctement par un simple tri alphabétique (ex: 2009-12-24_eprave_53.jpg). Attention à respecter les caractères standards pour éviter tout problème de compatibilité : en particulier, n'utiliser ni accents, ni espaces (préférer les « _ » ou « . »).

### 5.3.9. Traitement par lots

Retoucher prend beaucoup de temps. Alors, pourquoi ne pas le faire en série ? Le traitement par lots peut concerner uniquement quelques images, ou bien toutes les images d'une même série, qui auront les mêmes caractéristiques, voire les mêmes défauts. Le traitement par lots peut aussi porter sur toutes les retouches (exposition/netteté, etc.), ou seulement une partie (filigrane/encadrement...).

À noter : pour pallier à l'absence de prévisualisation, retouchez d'abord manuellement une des photos de la série, notez les réglages que vous lui appliquez, puis reportez-les dans la boîte de dialogue (« outils par lot » ou « batch process »). Il est également préférable de renommer pour éviter d'écraser les originaux.

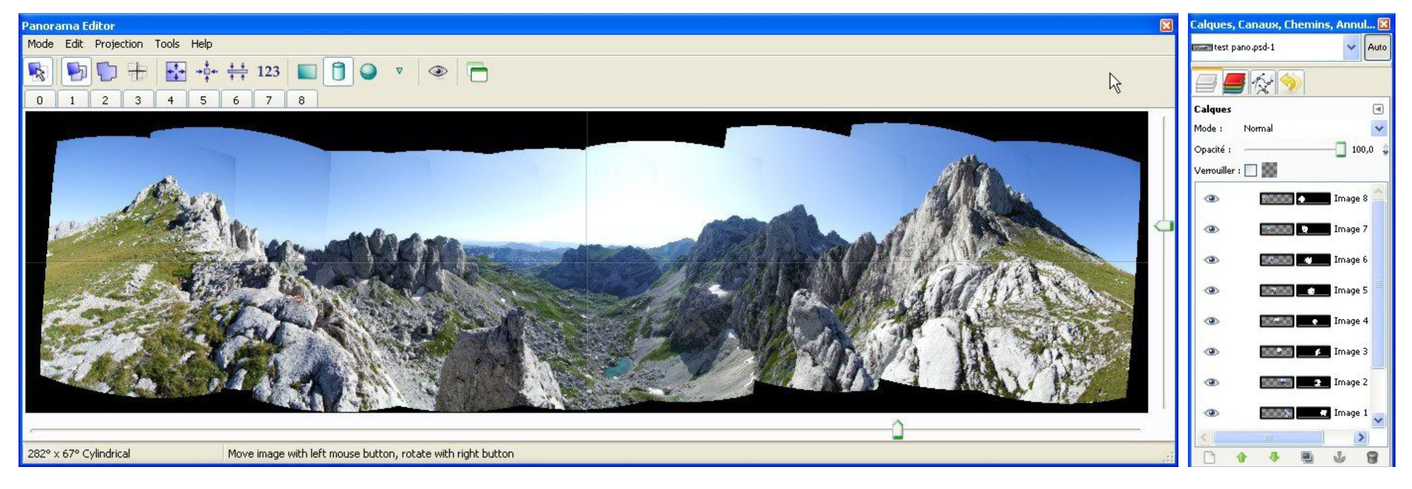
### 5.3.10. Assemblages et calques

Les réglages de base s'appliquent généralement à toute une image ou à des parties de celle-ci (via les masques par exemple). Mais pour créer une image à partir de plusieurs, il faut passer par des logiciels spécialisés où l'on travaillera en calques (ou couches). Deux cas se présentent souvent :

- On a pas eu assez de temps sur place, ou pas le matériel adéquat et on se retrouve avec plusieurs photos qui ont chacune des zones correctes, mais aucune n'est parfaite dans sa totalité. On voudrait donc combiner les meilleurs parties dans une seule image (p. ex. tronçons successifs d'un puits).
- On manque de recul (ou d'angle de champ) pour capturer toute une scène en une photo. On peut alors assembler des photos jointives, comme un panoramique (mais dans toutes les directions).

Des programmes tels que Photoshop ou Gimp permettent évidemment d'assembler n'importe quoi, mais il faut se familiariser avec le système des calques. Les calques sont différentes « couches », transparentes ou non, qui se superposent pour former l'image finale (comme si on la regardait du dessus). Une série d'outils très puissants sont disponibles pour la retouche (voir les tutoriels), mais il n'est pas toujours aisé d'aligner correctement les différentes photos, en tout cas cela prend du temps.

Il existe des logiciels dédiés à l'assemblage, très efficaces à condition d'avoir un recouvrement suffisant entre les clichés. Ils produisent une image finale « aplatie », mais peuvent souvent fournir un fichier contenant les différents calques déjà créés et alignés, exploitable ensuite dans les logiciels de retouche.




*Assemblage d'un panoramique de 9 clichés du massif de Durmitor en projection cylindrique sous PTGui. À droite, l'équivalent en .psd avec une image par calque, chacun associé à un masque d'opacité, que l'on « troue » pour affiner les parties voulues.*

Le sujet est très vaste et les possibilités de plus en plus impressionnantes : photo stéréoscopique (3D), panoramiques sphériques en réalité virtuelle (QTVR), photo à grande plage dynamique (HDR)...

Mais nous allons nous arrêter ici et tenter dans un premier temps de maîtriser un minimum tout ce que nous venons de voir. C'est en se confrontant à des problèmes concrets que l'on progresse pas à pas.

Et maintenant, place à la pratique. Bonnes photos à tous ! Vig.

# 6. BIBLIOGRAPHIE

## 6.1. OUVRAGES


- Norman R. THOMPSON, John VAN SWEARINGEN IV, 2005. *On caves and cameras*, National Speleological Society.
- Jean Pierre PETIT, 1998. *La photographie souterraine*, Commission Audiovisuelle de la FFS.
- Dimitri ROBERT, 2009. *Gimp 2.6. Débuter en retouche photo et graphisme libre*, Paris, Eyrolles.


## 6.2. RÉFÉRENCES SUR LE WEB


Bases :
http://www.cours-photophiles.com/index.php/les-bases-techniques-photo
http://www.linternaute.com/photo_numerique
http://fotoforom.free.fr/index.php
http://www.virusphoto.com
http://100iso.free.fr/cours
http://dp.mariottini.free.fr/Dossier/photo-numerique/photo-numerique.htm
http://www.clubic.com/magazine-85-0-app-photo-num-camera.html

Flashes :
http://audiovisuelle.ffspeleo.fr/documents/Photographie_au_flash.pdf
http://fr.wikipedia.org/wiki/Flash_photographique

Composition :
http://www.absolut-photo.com/cours/composition
http://www.clubic.com/article-23131-2-art-composer-photographies.html
http://www.linternaute.com/photo_numerique/cadrage
http://fr.wikipedia.org/wiki/Composition_photographique
http://www.asiaflash.com/photo/chapitre_06.shtml

Retouche :
http://www.clubic.com/article-31278-1-le-b-a-ba-de-la-retouche-photo.html
http://www.commentcamarche.net/telecharger/logiciel-88-retouche-photo
http://www.infos-du-net.com/actualite/dossiers/123-photo-retouche-logiciel.html
http://www.clubic.com/article-271474-1-comment-retoucher-une-photo-en-ligne.html
http://roget.biz/6-sites-de-retouches-photos-en-ligne-gratuit
http://www.infos-du-net.com/actualite/dossiers/156-organiser-archiver-photos.html
http://www.gdesroches.com/formation/pshop
http://www.virusphoto.com/articles-tutoriaux-sur-la-retouche-photo/
http://www.benoitaudet.com/index.php?lang=fr&section=29
http://retouche-photo.skyrock.com/
http://www.fond-ecran-image.com/forum/tous-les-tutos-de-retouche-photo-vt3832.html
http://www.photofiltre-studio.com/doc/reglages.htm
http://www.vincentlucphoto.com/tutorial-photoshop-calque.html

Photos :
http://www.agamemnon.ch/
http://www.philippe-crochet.com/site/index.php
http://www.abyss-speleo.be/galeries.php?lang=fr


Sauf mention contraire, toutes les photos sont de Vincent Gerber, avec un des APN suivants (bridge) : Fuji Finepix S602, S7000, S9500, S9600 ou S100fs.

*Nou Maulin*